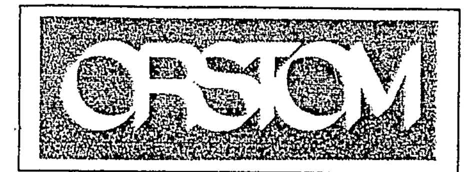
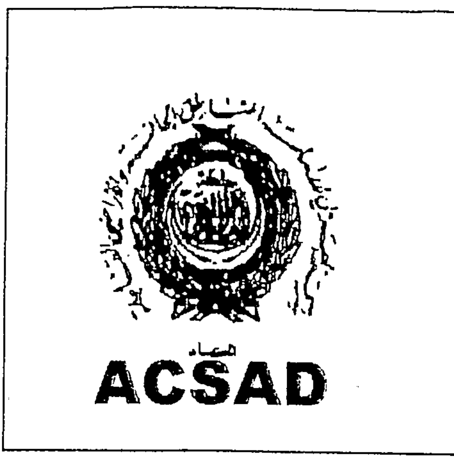


Mission en Tunisie
B. P. 434
1004 Tunis El Menzah 4
Tunisie

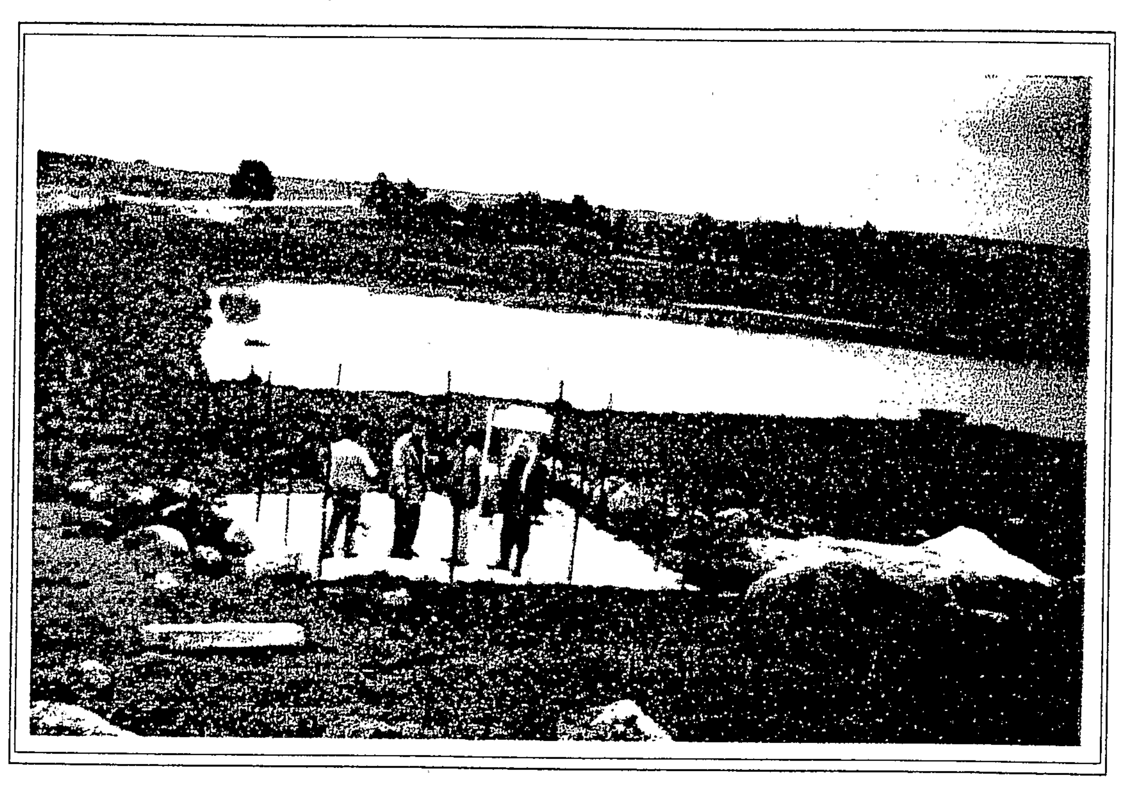


HYDROMED

Equipement des sites pilotes syriens

Rapport de mission en Syrie

Du 27 novembre au 4 décembre 1997



Site de Syndiané pendant l'installation du matériel photo : Yannick PEPIN

Yannick PEPIN
Mohamed Ben Younès LOUATI

Tunis, Décembre 1997

Mission en Syrie de
Yannick PEPIN et Mohamed Ben YOUNES LOUATI

I- Objectif de la mission

Cette mission, réalisée par Yannick PEPIN et Mohamed Ben Younès LOUATI dans le cadre du programme HYDROMED (U. E. INCO DC ERBIC n° 18 CT 96-0091), avait pour objectifs :

- Installation du matériel SERPE - IESM reçu par l'ACSAD (PLUVIO-LIMNI 92).
- Initiation des gestionnaires de ce matériel à l'entretien et la maintenance de ces appareils.
- Installation sur micro-ordinateur de logiciels.
- Mesures de l'envasement d'un ou deux lacs collinaires.
- Récupération des données existantes et leur mise en forme.

II- Calendrier

Départ Tunis le jeudi 27 novembre 13h50
Arrivée Damas à 18h50.

Vendredi 28 novembre 1997

Matinée

Réunion à l'hôtel pour la mise au point du programme de la mission avec :

- Dr Droubi, partenaire HYDROMED de l'ACSAD,
- Mr Salah Kara Damour, directeur de la gestion des barrages au Ministère de l'irrigation,
- Mr Mahamad Souki, ingénieur hydrogéologue dépendant du Ministère de l'irrigation qui nous accompagnera sur le terrain,
- Mr Abderhamane Miski, ingénieur hydraulique détaché à l'ACSAD.

Prévision du déroulement de la mission.
Prévision du matériel qui devra être acheté (tubes PVC, piquets clôture, etc.).
Inventaire des données existantes.

Deux sites dans la région de HOMS sont retenus :
- Syndiané (400 000 m^3 environ) sur lequel sera faite l'installation complète et une mesure d'envasement;
- Tel Kalakh (340 000 m^3 environ) sur lequel devrait être réalisée une mesure d'envasement si l'on dispose d'assez de temps.

Après-midi

Contrôle de l'appareillage reçu à l'ACSAD avec Mr Miski. Le matériel fourni par SERPE - IESM est en bon état (V batterie = 12.6 volts).

Samedi 29 novembre 1997

Réunion à la direction des barrages du Ministère de l'irrigation avec :

- Mr Salah Kara Damour, directeur de la gestion des barrages au Ministère de l'irrigation,
- Mr Mahamad Souki, ingénieur géologue dépendant du Ministère de l'irrigation,
- Mlle Souheir Alkhayatt, responsable de l'informatique à la gestion des barrages.

Installation des logiciels suivants, sur l'ordinateur de la direction de la gestion des barrages du Ministère de l'Irrigation :

- HYDROM version 2 et version 3.2
- PLUVIOM version 2.1
- VISUAL version 3.3 (disquette fabricant endommagée n'a pu être utilisée)

Dimanche 30 novembre 1997

Passage à l'ACSAD pour récupérer le matériel hydrométrique SERPE - IESM. Les dernières mises au point sont faites avec le Dr Droubi.

Vu Dr Khouri à l'ACSAD.

Départ pour HOMS avec Mr Mahamad Souki, ingénieur hydrogéologue et Mr Abou Louai Farhan, chauffeur de l'ACSAD.

HOMS à la direction du Bassin de l'ASSI : rencontre avec Mr Abou Khaled, ingénieur, assistant à la direction des barrages de l'Assi afin de voir le matériel dont il dispose déjà pour faire l'installation et l'envasement au barrage de Syndiané (Syndianeh en anglais).

Le topographe, avec son équipement, sera sur le terrain à partir du mardi 2 décembre.

Départ sur le site avec MM Abou Khaled et Mahamad Souki.

Arrivée sur le site vers 12h, la cote du plan d'eau est de 504.3 m NG[1] (430 cm format HYDROM).

Reconnaissance du site pour l'installation du dispositif expérimental et pour la mesure d'envasement :

•Le site a été préparé avec soin par l'ACSAD. La réfection de la batterie d'échelles et celle du déversoir ont été réalisées dans les normes demandées.

•La plate-forme préparée pour installer les centrales d'acquisition de données est trop éloignée du niveau des plus basses eaux (environ 70 m).

•Préparation d'une nouvelle plate-forme plus proche (50 m environ de distance et 30 mètres en aval de la première).

•Repérage des transversales nécessaires à la mise en place des mesures d'envasement (10 transversales).

Lundi 1 décembre 1997

Réunion à HOMS avec Mr l'ingénieur Khaled Rimawi, assistant du directeur du bassin de l'ASSI.

Achat du matériel à HOMS (tubes PVC, ferraille, etc.) et fabrication portail, etc., en vue de l'installation des stations d'acquisition de données.

Creusement de la tranchée pour le câble du SPI, terrassement de la zone pour les appareils.

14h00 la cote du plan d'eau est de 504.31 m NG, petite pluie. Déchargement du matériel.

Mardi 2 décembre 1997

Début de mise en place du matériel : SPI , LIMNI 92 et support du pluviographe (matériel SERPE - IESM), mise en place des piquets pour envasement. La réalisation de la clôture est assurée Mr Abou Khaled.

Mise en chantier de Mr Abdallah Tasheish, topographe qui effectue le nivellement de la partie exondée du lac.

A 9h00, la hauteur du plan d'eau est de 504.32m NG.

---

[1] m NG = altitude en mètres du Nivellement Général National

Visite de MM Abderhamane Miski, ingénieur hydraulique détaché à l'ACSAD, Jacques Claude, représentant de l'ORSTOM en Tunisie et Jean Albergel, coordonateur du projet HYDROMED.

Mercredi 3 décembre 1997

Fin de mise en place du matériel : PLUVIO-LIMNI 92 (matériel SERPE - IESM), démarrage des appareils et des enregistrements automatiques.

A 9h30, la hauteur du plan d'eau est de 504.325m NG.

Le profil en travers du seuil a été réalisé par Mr Abdallah Tasheish, topographe.

Mesure de l'envasement : le nivellement et le positionnement des piquets, mis en place le 2/12, est assuré par Mr Abdallah Tasheish, topographe. La bathymétrie est faite avec un bateau métallique de pêcheur très instable par Yannick Pépin, Mohamed Ben Younès, Mahamad Souki et un manoeuvre.

Jeudi 4 décembre 1997

Dépouillement des résultats obtenus sur le terrain : enregistrement de la pluie sous PLUVIOM, des hauteurs d'eau sous HYDROM, de l'envasement sous EXCEL et SURFER avec Souheir Alkhayatt qui prendra en charge la gestion des banques de données sur l'ordinateur et Mahamad Souki qui se chargera de la gestion du terrain.

Départ de Damas à 18h50.
Arrivée à Tunis 23h00.

III- Installation des logiciels sur l'ordinateur de la direction des barrages du Ministère de l'Irrigation

Mlle Souheir Alkhayatt est responsable de la saisie informatique des données à la direction des barrages du Ministère de l'Irrigation, elle travaille avec un micro-ordinateur sous WINDOWS 95 version arabe commutable en version anglaise. Les données sur les lacs et les barrages, qu'elle a saisies, sont sous EXCEL ou bien sous ACCESS de Microsoft. Il existe aussi des relevés de hauteur d'eau dans les barrages (un relevé mensuel) sur des carnets.

Le 29 novembre, il a été procédé, en présence de Mlle Souheir Alkhayatt et de Mr. Mahamad Souki, à l'installation des logiciels suivants :

- HYDROM, logiciel développé par l'ORSTOM servant à la gestion de données hydrologiques : Hauteur d'eau, Surface inondée, Volume stocké et Débit déversé.
- PLUVIOM, logiciel développé par l'ORSTOM servant à la gestion de données de pluviométrie journalière, d'évaporation journalière et de pluviographie.
- VISUAL, logiciel développé par SERPE - IESM servant à la récupération des données enregistrées sur les sites par les appareils développés par cette société et leur mise en forme sur l'ordinateur.

Les clés d'entrée ou numéros de station pour les banques de données HYDROM et PLUVIOM ont été définies à partir de la division du pays en sept (7) unités hydrologiques ou grands bassins.

- Bassin n° 1 : BARADA & l'AWAJ (alimentation en eau de la ville de Damas) (8 630 km²),
- Bassin n° 2 : YARMOUK (6 724 km²),
- Bassin n° 3 : ASSI (ou ORONTE) (26 446 km²),
- Bassin n° 4 : Bassins côtiers (5 049 km²),
- Bassin n° 5 : TIGRE & KHABOUR (21 129 km²),
- Bassin n° 6 : EUPHRATE (46 416 km²),
- Bassin n° 7 : BADIA (bassins des steppes) (70 786 km²).

Les deux lacs qui seront étudiés appartiennent au bassin n° 3 : l'ASSI (ASSY ou ASSI en anglais, les deux versions sont utilisées).

La numérotation hydrologique choisie pour les lacs gérés par le Ministère de l'irrigation, sous HYDROM est la suivante :

- Numéro Pays : 340 pour la Syrie & 330 pour le Liban (ex. 340 pour la Syrie),
- Numéro du bassin en un (1) caractère (ex. 3 pour le bassin de l'ASSI)
- Numéro sur la nature du cours d'eau en deux (2) caractères (ex. 88 pour les lacs)
- Numéro du lac en quatre chiffres, dans la série saisie sous ACCESS (ex. 0088 pour Tel Kalakh & 0114 pour Syndiané).

Cent soixante lacs (160) sont actuellement répertoriés sous ACCESS avec leurs caractéristiques.

Les capteurs sous HYDROM sont définis comme dans le programme « lacs collinaires » en Tunisie à savoir :
- 1 : Volume stocké,
- 2 : Déversement,
- 3 : Surface inondée.

Le 4 décembre, il a été procédé à la démonstration et à l'explication du dépouillement des résultats obtenus sur le terrain, en présence de Mlle Souheir Alkhayatt et de Mr. Mahamad Souki.

- Récupération des données du PLUVIO-LIMNI 92 enregistrées sur l'IEL avec VISUAL,
- passage des données de hauteur d'eau sous HYDROM : tracé graphique des hauteurs, calcul des volumes stockés, saisie des étalonnages,
- passage des données de pluviographie sous PLUVIOM : tracé de l'enregistrement de la pluie du 3 décembre,
- saisie des données de nivellement et de bathymétrie sous EXCEL,
- passage des données d'envasement sous SURFER : tracé graphique de la bathymétrie et obtention des barèmes hauteur / surface et hauteur / volume,
- saisie de données du profil en travers du déversoir et obtention du barème hauteur / débit déversé.

IV- Dispositif expérimental

L'ensemble des appareillages et des observations seront gérés par le Ministère de l'Irrigation qui a en charge la gestion des barrages ayant moins de 25 mètres de hauteur de digue. Il existe des relevés de hauteur d'eau sur certains sites.

Deux sites pilotes sont retenus dans le cadre HYDROMED :
- Syndiané (400 000 m^3 environ) sur lequel a été faite l'installation complète et une mesure d'envasement;
- Tel Kalakh (340 000 m^3 environ) sur lequel sera réalisée une mesure d'envasement ultérieurement.

Le service de la météorologie installera un bac de type classe A pour mesurer l'évaporation sur le site de Syndiané.

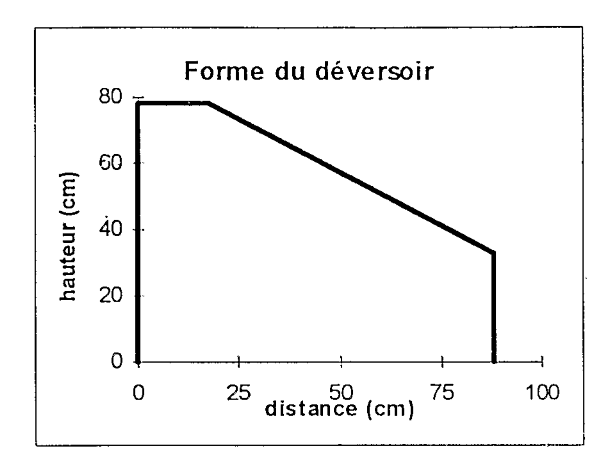
Le site de Tel Kalakh est déjà équipé d'une station climatologique.

Le lac de Syndiané

Le lac de Syndiané a son plus grand axe Nord - Sud (Sud à l'aval), le barrage est orienté Est - Ouest.

Il existe une batterie d'échelle en Rive Gauche composée d'élément de 1 mètre tous gradués de 0 à 100 cm. Ces éléments sont des poteaux carré en ciment de 10 cm de côté sur lesquels sont fixés des échelles en lave émaillée graduées en cm. Le plus bas est calé à 505 m NG (m NG = altitude du nivellement général national), le plus haut est à 511 m NG. En dessous de la cote 505 m, la partie du lac est considérée comme zone morte. Le sommet cimenté de la tour de prise est à la cote 504.5 m NG. Cette dernière est fermée presque jusqu'en haut, une porte grillagée existe en amont, la tour est de forme carrée de 2 m de côté. NB : il a été demandé d'installer un élément 504 - 505 m NG.

Le déversoir, réaménagé récemment est situé en Rive Droite, est à la cote 511 m NG et fait 16 m de large. Il est en béton armé et en forme de trapèze rectangle, il est droit à l'amont et a une hauteur de 78 cm, une épaisseur en haut de 18 cm, il descend de 45 cm sur 70 cm de long, puis descend à angle droit de 33 cm. En aval à six mètres du seuil, se trouve un pont rectangulaire en béton dont les parois sont renforcées. C'est ce dernier qui sert de contrôle aux forts débits de déversement. En face de lui en amont, un morceau d'élément d'échelle 0 à 50 cm est installé sur un poteau de 1.5 m de haut dont le 0 est à la cote 511 m NG.

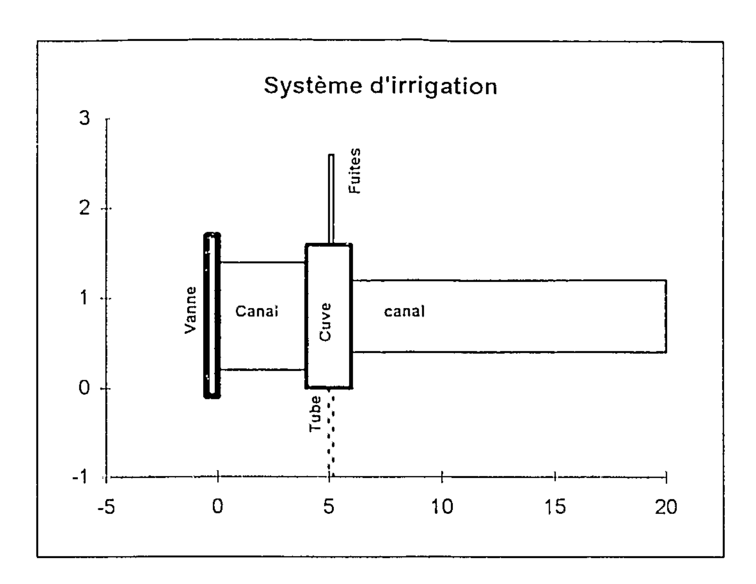


Une route sur la digue du barrage franchit le déversoir par un pont en aval du seuil. Le pont a pour dimension longueur : 9 m, largeur : 2.95 m, hauteur R.G. : 1.66 m, hauteur R.D. : 1.61 m; la margelle en ciment au dessus de l'ouverture a pour dimension hauteur R.G.: 0.70 m, hauteur R.D. : 0.68 m. Ce pont limite le débit évaluable à 20 m^3/s jusqu'à la hauteur 513 m NG, cote où l'eau passe sur la digue.

A la sortie du barrage, il existe une vanne de fond de 8 pouces soit 200 mm.

A l'aval du barrage, il existe un réseau d'irrigation partant de la vanne de vidange. Il est constitué de canaux en ciment. Ils ont une forme trapézoïdale isocèle petite base 30 cm, grande base 87 cm, hauteur de 35 cm, soit une surface de 0.2 m^2. Il existe aussi un canal de récupération des fuites du barrage, le 2 décembre, la fuite était d'environ 0.5 l/s. Par contre, à 1 km en aval l'écoulement était d'environ 3 l/s, ceci laisse supposer une nappe alluviale d'inféroflux peu profonde.

Lors de l'ouverture des vannes pour l'irrigation, les lâchers sont fixés pour un débit de 30 l/s et sont contrôlés à l'aval. A la sortie de la vanne, il existe un canal de 4 m de long et 1.2 m de large qui va dans un réceptacle de 1.6 m de large et 2 m de long. Ce dernier reçoit également le canal de récupération et se déverse dans un canal et un tube en fonte perpendiculaire long de 30 m qui part ensuite dans un canal presque parallèle au premier.



Le 30 novembre, la surface du lac était de forme demi-ovale, elle faisait 207 m de long et 115 m de large (largeur moyenne 110 m), l'estimation de la surface inondée donne environ 27 800 m².

Le seuil, le déversoir, les échelles et des points autour du lac sont nivelés par le topographe, nous lui avons demandé de prendre comme référence en altitude le haut du puits de vidange 504.5 m NG.

Il a été procédé à l'installation d'un PLUVIO-LIMNI 92 en Rive Gauche. Cet appareil, qui enregistre en même temps la pluviographie et la limnimétrie, est fabriqué par SERPE - IESM (Z. I. des cinq chemins, 56520 GUIDEL, France). C'est un enregistreur conçu pour être connecté à une sonde limnimétrique de type CCI V1.0 (ou SPI) et à pluviomètre à augets basculeurs équipé d'un contact à mercure ou d'un contact « reed ».

Sa capacité d'enregistrement est de :
- 32 Koctets pour la pluie, soit 10 000 impulsions (5 000 mm de pluie avec des augets de 0.5 mm),
- 32 Koctets pour les hauteurs d'eau, soit 5 500 couples date & hauteur.

Les données stockées sont de la forme :
- date complète (jour, mois, année, heure, minute, seconde) de chaque impulsion pour les pluies,
- date (jour, mois, année, heure, minute) & niveau d'eau pour les hauteurs, la périodicité de ces derniers enregistrements est programmable sur le site (de 01 à 99 minutes pour les temps et de 01 à 99 centimètres pour les hauteurs).

Avec la centrale, ont été livrés :
- un TD 91, qui permet de lire les enregistrements de l'appareil,
- une sonde CC1 V1.0,
- 50 mètres de câble de liaison CCI >> limnigraphe,
- un IEL avec 512 Koctets de mémoire, appareil servant à la récupération des données sur le site,
- un support pour l'IEL, qui permet de transférer les données de l'IEL sur micro-ordinateur,
- les pieds de support de l'enregistreur.

La notice technique et le manuel d'utilisation ont été livrés en français, il a été demandé au constructeur de les envoyer en anglais.

La sonde CCI est à 504.32 m NG calée à 432 cm pour l'enregistrement, l'ensemble pluviographe et enregistreur est positionné à la cote 512 m NG. La cote 500.00 m NG a été choisie comme cote système égale à 0.00 m.

Nous donnons les observations faites sur le site dans le tableau suivant.

Observations du 3/12	10h49	14h13
Hauteur (cm)	433	434
Pluie (mm)	0.0	3.5
Temp. Interne (°C)	13	11
Temp. eau (°C)	13.9	12.7

A 14h13 niveau du plan d'eau à 504.34 m NG soit 434 cm dans le système choisi. Entre 10h49, départ de l'enregistrement et de la pluie, et 14h13, il a plu 3.5 mm et le plan d'eau est monté d'un centimètre.

V- Envasement

Une mesure d'envasement a été réalisée sur le site de Syndiané.

Des piquets ont été mis en place le 2 décembre afin de positionner les transversales à utiliser lors de la mesure du niveau de la vase.

Le nivellement du pourtour du lac hors d'eau et le positionnement des piquets des transversales était assuré par Mr Abdallah Tasheish, topographe. Il était équipé d'un théodolite laser et d'un niveau de chantier.

La bathymétrie est faite avec un bateau métallique de pêcheur très instable par Yannick Pépin, Mohamed Ben Younès, Mahamad Souki et un manoeuvre. Le matériel utilisé se compose d'une corde Nylon de 200 m, d'un double décamètre sur lequel est fixé un marteau sans manche; la corde est fixée et tendue sur les deux piquets sur les rives opposées, la mesure de distance entre le piquets s'effectue avec un règle métallique de 2.5 m de long marquée tous les 50 cm. Le dépouillement s'effectue sous EXCEL et SURFER (cf. note sur l'envasement en Tunisie, Y. PEPIN, 1996).

Le point le plus bas obtenu est à 500.98 m soit 1.98 m d'envasement. Nous trouvons des valeurs différentes, pour les volumes et les surfaces, de celles des barèmes initiaux.

Le profil en travers du seuil a été réalisé par Mr Abdallah Tasheish, topographe. Nous obtenons également un étalonnage du déversoir.

Sur le plateau basaltique de la région de Homs, la pratique culturale limite l'érosion, car pour cultiver le sol, les paysans sont obligés de retirer les roches basaltiques de leur parcelle et ils mettent ces roches tout autour de cette parcelle en formant des murs pouvant atteindre 1.5 mètres de haut. Ceci a pour effet de retenir la terre et donc de limiter l'érosion, tout en délimitant le parcellaire. Les parcelles sont de petites tailles environ de 40 m de large et de 40 à 200 m de long. Les pentes ne sont pas très fortes. Le travail de conservation des sols devient donc une obligation pour obtenir une parcelle cultivable.

VI- Résultats obtenus et interprétation

Nous allons récapituler les informations obtenues sur les lacs auprès de la direction de barrage du Ministère de l'Irrigation et dans le rapport de S. Kara Damour & A. F. Miski (1997), ainsi que des observations obtenues sur les sites.

Les barrages ayant moins de 25 mètres de hauteur de digue sont gérés par le Ministère de l'Irrigation, il existe des relevés de hauteur d'eau sur certains sites. Cent soixante lacs (160) sont actuellement répertoriés, ils s'étendent de la région humide avec 1500 mm de pluie annuelle à la région sèche inférieure à 100 mm.

Il existe, sur certains bassins, des séries de barrages en cascade dont les bassins sont emboîtés et qui se succèdent le long d'une rivière.

Les lacs de la région de HOMS servent aussi à l'approvisionnement en poisson d'eau douce de la population, la pêche au filet avec bateau y est pratiquée car une majorité de ces lacs ne s'assèchent pas.

Les premières informations recueillies à partir des fichiers ACCESS du Ministère et du rapport S. Kara Damour & A. F. Miski (1997), pour les sites choisis dans le programme HYDROMED. Elles sont données dans le tableau ci-dessous.

Station	TEL KALAKH	SYNDIANE
Région	Homs	Homs
N° Hydrologique	340 3 88 0088	340 3 88 0114
Bassin	ASSI	ASSI
Latitude barrage	34°41' N	34°42' N
Longitude barrage	36°16' E	36°25' E
Altitude barrage	210 m (260 ?)	499 m
Latitude poste pluvio	34°41' N	34°44' N
Longitude poste pluvio	36°16' E	36°31' E
Altitude poste pluvio	225 m (275 ?)	615 m
Surface B.V. Km²	1.175	3.400
Longueur du cours d'eau	3.3 km	4.2 km
Qualité de l'eau	hydrocarbonatée avec forte turbidité	hydrocarbonatée
Altitude maximum B.V.	390 m	620 m
Année construction	1970	1967
Diamètre vanne mm	300	200
Volume Normal m^3	290 000	360 000
Surface Normale ha	9	9.5
Déversoir (largeur)	20 m	16 m
Hauteur pelle	94 cm	100 cm
Débit max. déversé	7 m^3/s	20 m^3/s
Hauteur digue	10 m	12 m
Longueur digue	270 m	512 m
Cote du zéro pour saisie	260 m = 0 m en saisie	500 m = 0 m en saisie

Nous avons également, pour chacun des barrages, les courbes initiales hauteur/surface et hauteur/volume. Ces courbes existent sous EXCEL avec leurs représentations graphiques. Il existe également des statistiques de remplissage et de déversement des retenues. Les lacs sont équipés d'un système permettant de connaître la hauteur du plan d'eau. Les barèmes correspondants au tableau suivant ont été introduits sous HYDROM 2 sous les capteurs 1 et 3 (valeurs saisies sous HYDROM sont entre parenthèses).

Tel Kalakh			Syndiané		
Hauteur (m)	Surface (m²)	Volume (m³)	Hauteur (m)	Surface (m²)	Volume (m³)
261 - (1)	0	0	499 - (-1)	0	0
262 - (2)	4 000	2 000	500 - (0)	600	300
263 - (3)	9 000	8 500	501 - (1)	2 900	2 050
264 - (4)	16 000	21 000	502 - (2)	6 300	6 650
265 - (5)	26 000	42 000	503 - (3)	11 800	15 700
266 - (6)	37 000	73 500	504 - (4)	17 800	30 500
267 - (7)	50 000	117 000	505 - (5)	26 600	52 700
268 - (8)	67 000	175 500	506 - (6)	35 500	83 750
269 - (9)	85 000	251 500	507 - (7)	47 000	125 000
270 - (10)	95 000	341 500	508 - (8)	58 300	177 650
			509 - (9)	68 500	241 050
			510 - (10)	79 100	314 850
			511 - (11)	90 200	399 500

Le rapport de S. Kara Damour & A. F. Miski (1997) nous donne les courbes caractéristiques du barrage de Syndiané. Ces valeurs sont moindres que celles qui ont été saisies.

Hauteur (m)	Surface (m²)	Volume (m³)
499	0	0
500	100	1 060
501	333	10 600
502	1 330	23 850
503	3 658	45 050
504	7 648	71.550
505	13 300	106 000
506	20 615	137 800
507	31 255	185 500
508	44 223	230 550
509	60 515	272 950
510	80 465	318 000
511	100 415	363 050
fond	499 ?	

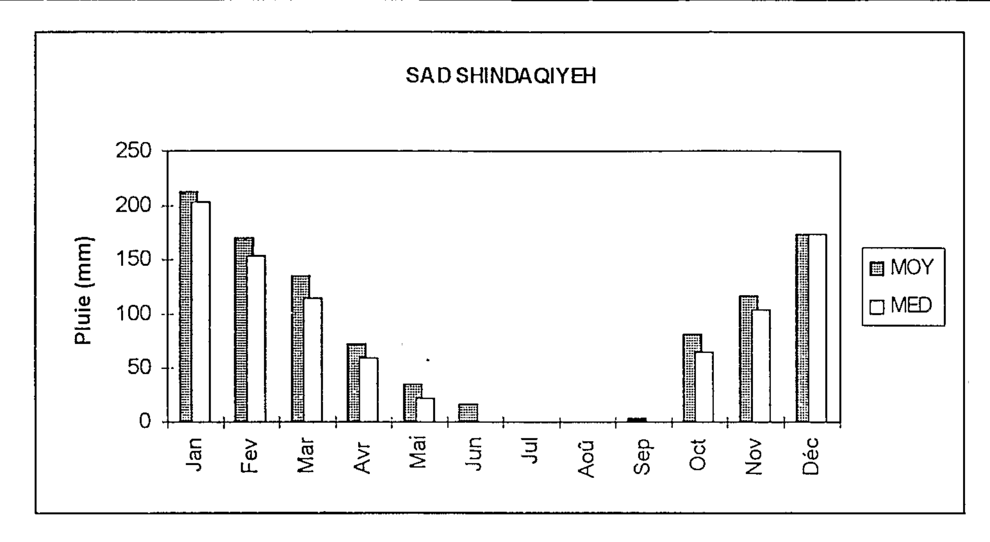
Au niveau de la pluviométrie, il existe des relevés mensuels de pluie saisis sous ACCESS, pour certains postes proches des lacs. Il existe aussi sur des feuilles les relevés moyens mensuels de l'évaporation à la station de HOMS (N° PLUVIOM 3403889100) : lat. = 34°43 N, Long. = 36°43 E, Alt. = 489m. Ces relevés d'évaporation vont de 1957 à 1993. Nous donnons les valeurs moyennes mensuelles de l'évaporation journalière (exprimées en mm par jour) obtenues à partir de cette série. Nous obtenons une évaporation de 1372 mm par an.

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	
Moyenne observée	1.1	1.5	2.2	3.3	4.8	6.6	
Mois	Juillet	Août	Septem	Octobre	Novemb	Décemb	Année
Moyenne observée	7.0	6.5	5.2	3.7	2.0	1.1	3.7

Pour la pluviométrie journalière, nous avons affecté des numéros au format PLUVIOM à trois postes, il s'agit de l'enregistreur que nous avons installé à SYNDIANE (n° 3403880010) et du poste pluviométrique proche de la station SAD SHINDAQIYEH (N° 3403880020) où nous avons quelques relevés mensuels : lat. = 34°44 N, Long. = 36°31 E, Alt. = 615m et du poste pluviométrique de HOMS (N° PLUVIOM 3403880100). Les tableaux et les graphiques suivants donnent les caractéristiques mensuelles de ces stations établies à partir des données de 1972 à 1992 pour SAD SHINDAQIYEH (pluviométrie inter-annuelle 1112 mm) et de 1950 à 1991 pour HOMS (pluviométrie inter-annuelle 435 mm). Les lacs retenus ont une pluviométrie comprise entre ces valeurs, le relief donne un gradient pluviométrique important.

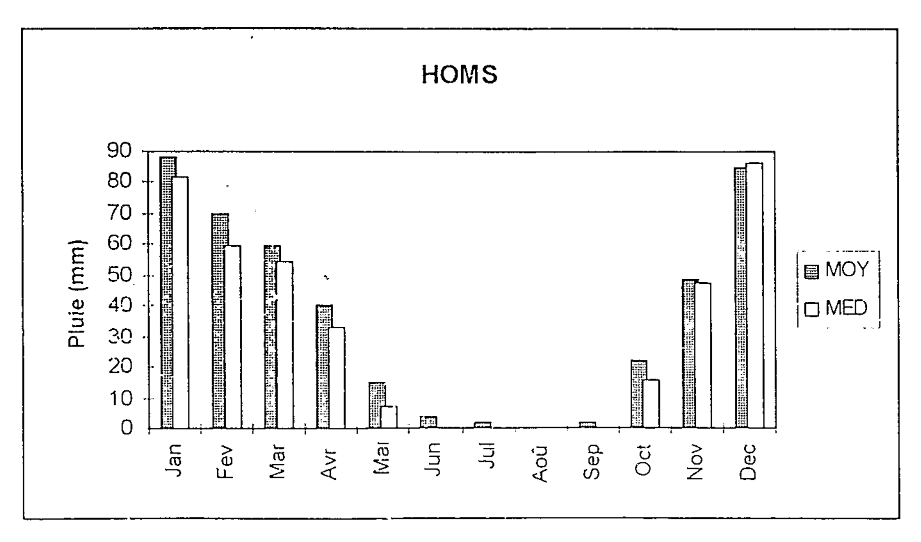
Valeurs mensuelles des pluies à la station de SAD SHINDAQIYEH (valeurs en mm).

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Octo.	Nove.	Déce.	An
MOY	213.4	170.6	135.5	72.2	35.5	17.3	0.4	0.3	3.0	82.2	116.4	174.5	1037.0
MED	204.0	154.0	115.3	59.1	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	64.2	103.6	174.0	1112.0
MAX	475.2	361.9	311.9	224.0	138.3	192.5	6.3	3.0	21.0	299.2	342.1	398.6	1563.6
MIN	0.0	0.0	0.0	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	21.1	542.6

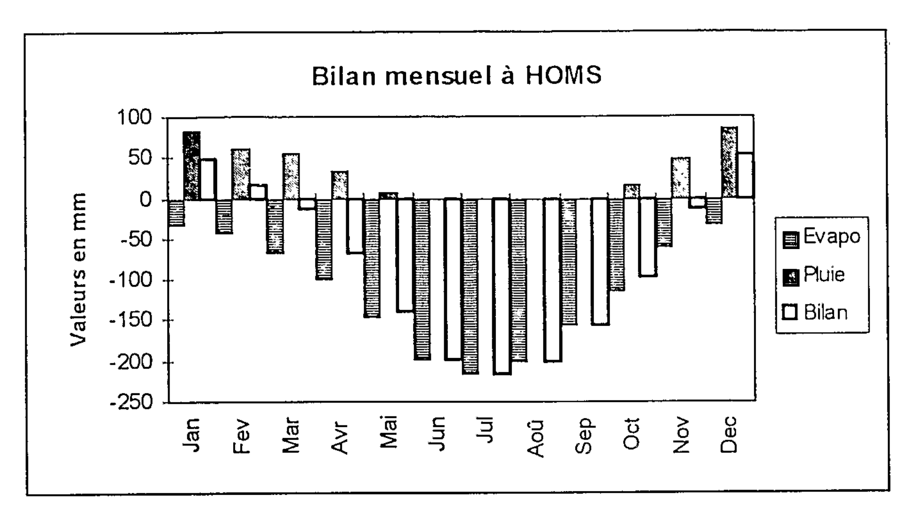


Valeurs mensuelles des pluies à la station de HOMS (valeurs en mm).

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Octo.	Nove.	Déce.	An
MOY	88.2	70.2	59.8	39.9	15	3.6	2	0	1.8	21.7	48.3	84.9	435.5
MED	81.7	59.4	54.5	32.9	7.4	0	0	0	0	15.5	47.2	85.9	433.5
MAX	217.8	212.1	163.5	112.4	79.5	53.5	74.5	0	27.5	167.1	122	209.5	758.9
MIN	28.5	12.9	10.5	0.8	0	0	0	0	0	0	1.2	12.5	190



Le bilan (Pluie - Evaporation de HOMS) nous indiquerait à la station de Sad Shindaqiyed un déficit annuel de 260 mm par an, les valeurs mensuelles montrent un bilan positif de novembre à mars avec un maximum en janvier de 170 mm et un déficit pour les autres mois avec un maximum en juillet de 216 mm. Ce bilan à la station de Homs aurait un déficit annuel de 937 mm par an avec seulement trois mois positifs (Décembre à février). Le graphique suivant montre les valeurs mensuelles du bilan pluie & évaporation à HOMS.



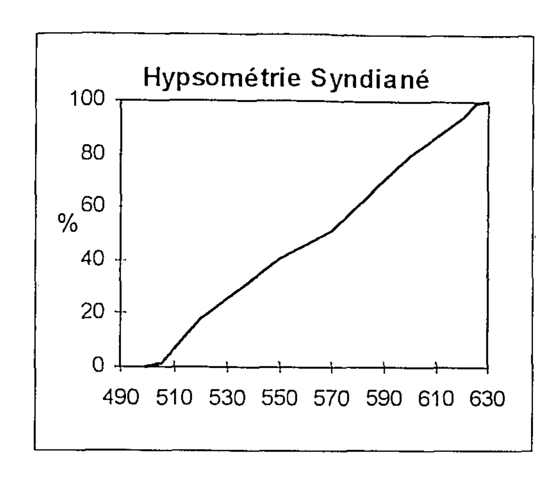
Résultats par station

A partir de la carte au 25 000ème, nous avons recalculé pour Syndiané la surface du bassin versant, nous obtenons 3.59 km² soit 359 ha, valeur proche de celle saisie. La surface de Tel Kalakh doit donc être de 1.175 km² ou 117.5 ha. Les résultats pour Syndiané sont plus complets que ceux de Tel Kalakh.

Résultats Syndiané

Le périmètre du B.V. de Syndiané est de 10.1 km. Nous donnons l'hypsométrie du bassin de Syndiané et sa représentation graphique.

Altitude m	Surface ha	% B.V.
499	359.0	100.0
505	353.6	98.5
520	293.7	81.8
550	212.1	59.1
570	176.8	49.2
600	73.4	20.5
620	21.8	6.1
625	2.7	0.8
630	0	0.0



Les caractéristiques du bassin sont données dans le tableau suivant.

Station :	**Syndiané**	**Bassin :**	**Assi**
Latitude	**34°42' Nord**	**Longitude**	**36°25' Est**
Mohafazat :	**Homs**		

Caractéristiques du bassin versant

Surface (A) en ha	359
Périmètre (P) en km	10.1
Indice de compacité C=	1.49
Longueur du rectangle (L) en km	4.19
Largeur du rectangle (l) en km	0.86
Altitude maximale en m	630
Altitude minimale en m	499
Indice de pente(Ig) en m/km	31
Indice de Roche (Ip)	0.085
Dénivelée (D) en m	131
Classe de relief (Rodier)	4
Occupation des sols	culture
Aménagements CES	oui

Les caractéristiques du lac qui ont été retenues sont les suivantes :

Caractéristiques du barrage/lac

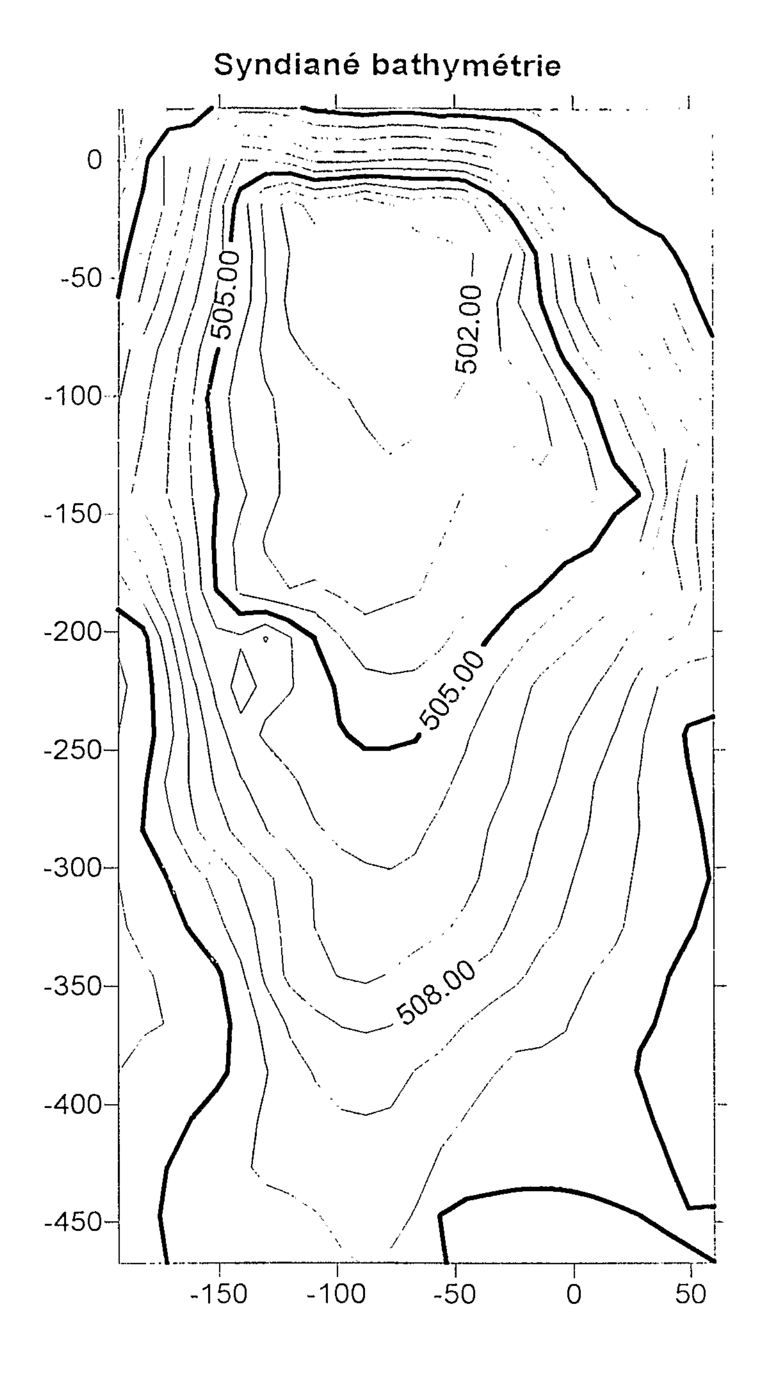
Orientation : Nord amont >> Sud barrage

Année de construction	1967
Volume de la retenue au déversement (Vi) en m3	463 910
Surface de la retenue au déversement (Si) en ha	10.94
Rapport Vi/Si en m	4.24
Volume d'envasement (Ve) en m3	7 950
Capacité Utile (Vu) en m3	455 960
Rapport Vu/Si en m	4.17
Hauteur de la digue en m	513
Longueur de la digue en m	512
Hauteur du déversoir en ciment en m	511.16
Largeur du déversoir en m	16
Diamètre de la conduite en mm	200
Utilisation de l'eau	irrigation

Les barèmes retenus, après la mesure d'envasement du 3 décembre 1997, sont les suivants :

barèmes hauteur/volume		Syndiané		03/12/1997	03/12/1997
Cote NG (m)	Hauteur HYDROM	S. initiale (m²)	V. initiale (m³)	S. 1 (m²)	V. 1 (m³)
499	-100	0	0	0	0
500	000	600	300	0	0
501	100	2 900	2 050	0	0
502	200	6 300	6 650	6 168	2 825
503	300	15 800	17 700	15 878	13 281
504	400	23 700	37 450	23 637	33 373
505	500	30 000	64 300	30 019	59 986
506	600	40 000	99 300	39 332	94 213
507	700	50 500	144 550	50 525	138 947
508	800	61 500	200 550	61 392	194 590
509	900	73 100	267 850	73 099	261 441
510	1 000	87 700	348 250	87 688	341 282
511	**1 100**	**107 100**	**445 650**	**107 131**	**437 431**
512	1 200	121 200	559 800	121 181	553 237
fond		499.00		500.98	

La représentation graphique de la bathymétrie du lac de Syndiané relevée le 03 décembre est donnée page suivante, nous avons tracé en trait fort : la cote 505 m qui est considérée comme zone morte et la cote 511 m qui est celle du déversement.


Syndiané bathymétrie
0
-50
-100
-150
-200
-250
-300
-350
-400
-450
-150
-100
-50
0
50
505.00
502.00
505.00
508.00

Le déversoir a une forme de trapèze rectangle avec une pelle de 78 cm, 18 cm de large dans la partie haute et de 88 cm d'épaisseur à la base. Il est à la cote 511.16 m, en aval il y a une buse carrée en aval de 2.95 m de large et 1.65 m de haut qui limite le débit déversé à environ 20 m^3/s.

Un barème d'étalonnage a été établi et donné ci-dessous à partir de la formule de Bazin :

$$Q = 385 * \sqrt{2 * g} * b * h^{\frac{3}{2}}$$ avec :

Q est le débit déversé (en l/s),
g est l'accélération de la pesanteur (9.81 m²/s),
b est la largeur (en m),
h est la charge (en m).

Barème du déversement à Syndiané

Hauteur (m)	Surface (m²)	Périmètre (m)	Largeur (m)	Rayon hyd. (m)	Prof. moy. (m)	Q Bazin (l/s)
511.16	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
511.17	0.048	9.60	9.60	0.00	0.00	5.8
511.18	0.152	11.21	11.20	0.01	0.01	30.2
511.19	0.272	12.82	12.80	0.02	0.02	67.6
511.20	0.408	14.43	14.40	0.03	0.03	117
511.22	0.72	16.06	16.00	0.04	0.05	260
511.24	1.04	16.10	16.00	0.06	0.07	452
511.26	1.36	16.14	16.00	0.08	0.09	676
511.28	1.68	16.18	16.00	0.10	0.11	928
511.30	2.00	16.22	16.00	0.12	0.13	1 206
511.32	2.32	16.26	16.00	0.14	0.15	1 507
511.34	2.64	16.30	16.00	0.16	0.17	1 829
511.36	2.96	16.34	16.00	0.18	0.19	2 171
511.38	3.28	16.38	16.00	0.20	0.21	2 533
511.40	3.60	16.42	16.00	0.22	0.23	2 912
511.42	3.92	16.46	16.00	0.24	0.25	3 309
511.44	4.24	16.50	16.00	0.26	0.27	3 722
511.46	4.56	16.54	16.00	0.28	0.29	4 151
511.48	4.88	16.58	16.00	0.29	0.31	4 596
511.50	5.20	16.62	16.00	0.31	0.33	5 055
511.55	6.00	16.72	16.00	0.36	0.38	6 266
511.60	6.80	16.82	16.00	0.40	0.43	7 560
511.65	7.60	16.92	16.00	0.45	0.48	8 932
511.70	8.40	17.02	16.00	0.49	0.53	10 379
511.75	9.20	17.12	16.00	0.54	0.58	11 897
511.80	10.00	17.22	16.00	0.58	0.63	13 482
511.85	10.80	17.32	16.00	0.62	0.68	15 132
511.90	11.60	17.42	16.00	0.67	0.73	16 844
511.95	12.40	17.52	16.00	0.71	0.78	18 616
512.00	13.20	17.62	16.00	0.75	0.83	20 500
513.00	pont	pont	pont	pont	pont	20 500

La station est donc composée d'une batterie d'échelles allant de 505 m NG à 511 m NG en Rive Gauche et de 511 m NG à 511.5 m NG en Rive droite, d'un enregistreur PLUVIO-LIMNI 92, d'un seuil déversant, d'un repère qui est le haut du regard de la prise d'eau. Les enregistrements automatiques ont débuté le 3 décembre 1997 avec l'installation du PLUVIO-LIMNI 92 (SERPE - IESM).

Du point de vue de la saisie sous les logiciel HYDROM et PLUVIOM, les caractéristiques à retenir sont les suivantes :

Caractéristiques de la station

Début des observations	lectures	31/01/1971
Début des enregistrements	pluvio-limni	03/12/1997
Hauteur repère/échelle en m	Regard	504.5
Code HYDROM échelle	03/12/1997	3403880114
Code PLUVIOM OEDIPE	03/12/1997	3403880010
Adresse ARGOS		sans

Pour la saisie des données de hauteur d'eau, la cote 500.00 m NG est considérée comme la cote 0.00 m pour le calage des cotes sous HYDROM et le calage de cote avec le TD 91 (Terminal de Dialogue 1991) sur la station d'acquisition limnigraphique du PLUVIO-LIMNI 92. Donc une cote 504.3 m NG est enregistrée tant sous HYDROM et que sur le PLUVIO-LIMNI 92 comme la cote 430 cm.

Résultats Tel Kalakh

Pour le barrage de Tel kalakh, nous prenons les résultats obtenus à la Direction des barrages du Ministère de l'irrigation que nous complétons par ceux du rapport de S. Kara Damour & A. F. Miski (1997). Un problème se pose tant à la direction des barrages que dans le rapport de S. Kara Damour & A. F. Miski, les barèmes ou courbes de remplissage démarrent à la cote 261 m pour atteindre 270 m, alors que ces derniers donnent la station à 210 m. Nous avons recalculé les caractéristiques du bassin.

Les caractéristiques du bassin sont données dans le tableau suivant.

Station :	**Tel Kalakh**	**Bassin :**	**Assi**
Latitude	**34°41' Nord**	**Longitude**	**36°16' Est**
Mohafazat :	Homs		

Caractéristiques du bassin versant

Surface (A) en ha	117.5
Périmètre (P) en km	6.94
Indice de compacité C=	1.79
Longueur du rectangle (L) en km	3.09
Largeur du rectangle (l) en km	0.38
Altitude maximale en m	398
Altitude minimale en m	260
Indice de pente(Ig) en m/km	44
Dénivelée (D) en m	138
Classe de relief (Rodier)	4

Les caractéristiques du lac qui ont été retenues sont les suivantes :

Caractéristiques du barrage/lac

Orientation : Nord amont >> Sud barrage

Année de construction	1970
Volume de la retenue au déversement (Vi) en m3	278 500
Surface de la retenue au déversement (Si) en ha	8.80
Rapport Vi/Si en m	3.16
Volume d'envasement (Ve) en m3	inconnu
Capacité Utile (Vu) en m3	278 500
Rapport Vu/Si en m	3.16
Hauteur de la digue en m	270
Longueur de la digue en m	270
Hauteur du déversoir en ciment en m	269.3
Largeur du déversoir en m	20
Diamètre de la conduite en mm	300
Utilisation de l'eau	irrigation

Le barème retenu comme barème initial est celui des cubatures obtenu à la direction des barrages, la cote 260.00 m NG est considérée comme cote 0.00 m pour la saisie (valeurs entre parenthèses).

Hauteur (m)	Surface (m²)	Volume (m3)
261 (1)	0	0
262 (2)	4 000	2 000
263 (3)	9 000	8 500
264 (4)	16 000	21 000
265 (5)	26 000	42 000
266 (6)	37 000	73 500
267 (7)	50 000	117 000
268 (8)	67 000	175 500
269 (9)	85 000	251 500
270 (10)	95 000	341 500

La station est équipée d'une batterie d'échelles et d'une station agro-météorologique. Nous donnons les numéros pour la saisie des observations.

Caractéristiques de la station Tel Kalakh

Début des observations	lectures	inconnu
Code HYDROM échelle		3403880088
Code PLUVIOM pluviomètre		3403880050
Code PLUVIOM bac		3403889050

Conclusion et recommandations

Pour la gestion des ouvrages, la Direction des barrages du Ministère de l'irrigation ou l'ACSAD devraient s'équiper d'un bateau à fond plat de type Mark II pour mesurer l'envasement des lacs. Il faudra également commander une batterie de secours, un métrix (multimètre) et quelques outils.

La personne qui a en charge la gestion des appareils doit avoir une montre digitale étanche dont l'heure sera réglée avant de partir sur le terrain à Damas sur l'horloge parlante.

Mlle Souheir Alkhayatt qui prendra en charge la gestion des banques de données sur l'ordinateur et Mr Mahamad Souki qui se chargera la gestion du terrain ainsi que la personne de l'ACSAD qui s'occupera des lacs collinaires devraient venir au moins deux semaines en formation à Tunis avec l'équipe « Lacs collinaires ».

Il existe de nombreuses données déjà saisies, nous préconisons pour faciliter la gestion de saisir sous :
HYDROM, les données de hauteurs d'eau, les courbes d'étalonnages (barèmes Hauteur / Surface, Hauteur / Volume et Hauteur / Débit déversé) afin d'obtenir les volumes stockés, surfaces inondées et volumes déversés.
PLUVIOM, les données de pluviographie, les données de pluviométrie journalière et d'évaporation journalière.
SURFER, les données de bathymétrie.
EXCEL ou ACCESS, les bilans hydrologiques, les tableaux de caractéristiques des crues, les utilisations ou vidanges, etc.

Ceci afin d'homogénéiser la méthode de gestion dans le programme HYDROMED et de faciliter la compréhension des résultats.

Nous allons demander à l'ORSTOM de fournir les notices et si possible les logiciels HYDROM et PLUVIOM en anglais, il sera également demander à SERPE - IESM de fournir les notices d'utilisation et d'entretien du matériel PLUVIO-LIMNI 92 en anglais ainsi que de fournir la notice et si possible le logiciel VISUAL en anglais.

Remerciements

Nous remercions toutes les personnes, qui ont facilité cette mission, pour leur compréhension et leur gentillesse.

- Dr Droubi et Dr Khouri, partenaires HYDROMED de l'ACSAD,
- Mr Salah Kara Damour, directeur de la gestion des barrages au Ministère de l'irrigation,
- Mr Abderhamane Miski, ingénieur hydraulique détaché à l'ACSAD,
- Mr Mahamad Souki, ingénieur hydrogéologue qui nous a accompagné sur le terrain,
- Mlle Souheir Alkhayatt, responsable de l'informatique à la gestion des barrages,
- Mr Abou Louai Farhan, chauffeur de l'ACSAD,
- Mr Abou Khaled, ingénieur, assistant à la direction des barrages du bassin de l'Assi,
- Mr Abdallah Tasheish, topographe qui a réalisé le nivellement du barrage,
- Mr Abou Heithem, gardien du barrage de Syndiané,
- les ouvriers qui nous ont aidés.

Bibliographie

KARA DAMOUR S. & MISKI A. F. (1997). Small dams and hill reservoirs in Syria.

PEPIN Y. (1996). Méthode utilisée pour la mesure de l'envasement d'un lac collinaire en Tunisie.

SERPE - IESM (1995) Enregistreur pluviométrique et limnimétrique, PLUVIO-LIMNI 92. Notices techniques.

Batterie d'échelle (photo Y. PEPIN)



Elément d'échelle (photo Y. PEPIN)



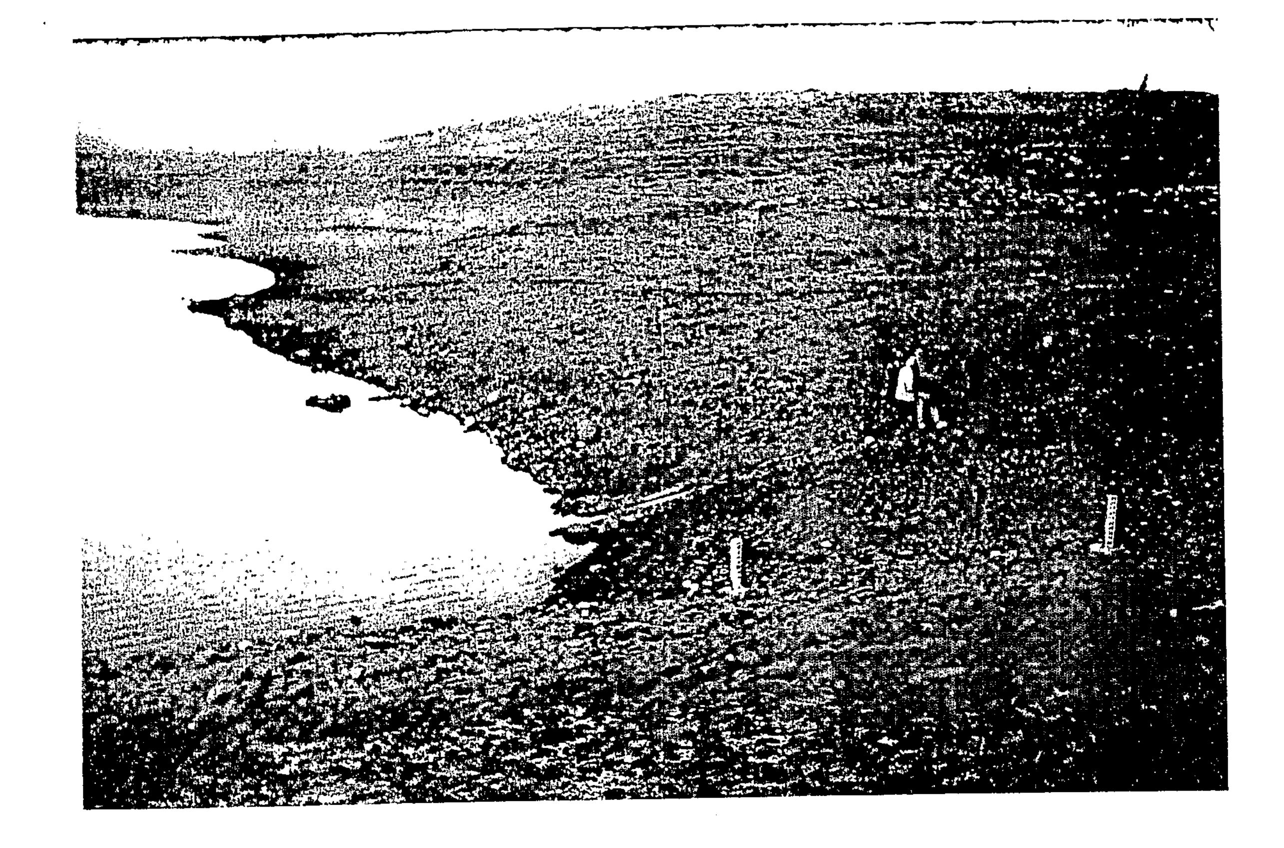
Tranchée du câble du SPI (photo Y. PEPIN)



Tranchée du câble du SPI (photo Y. PEPIN)



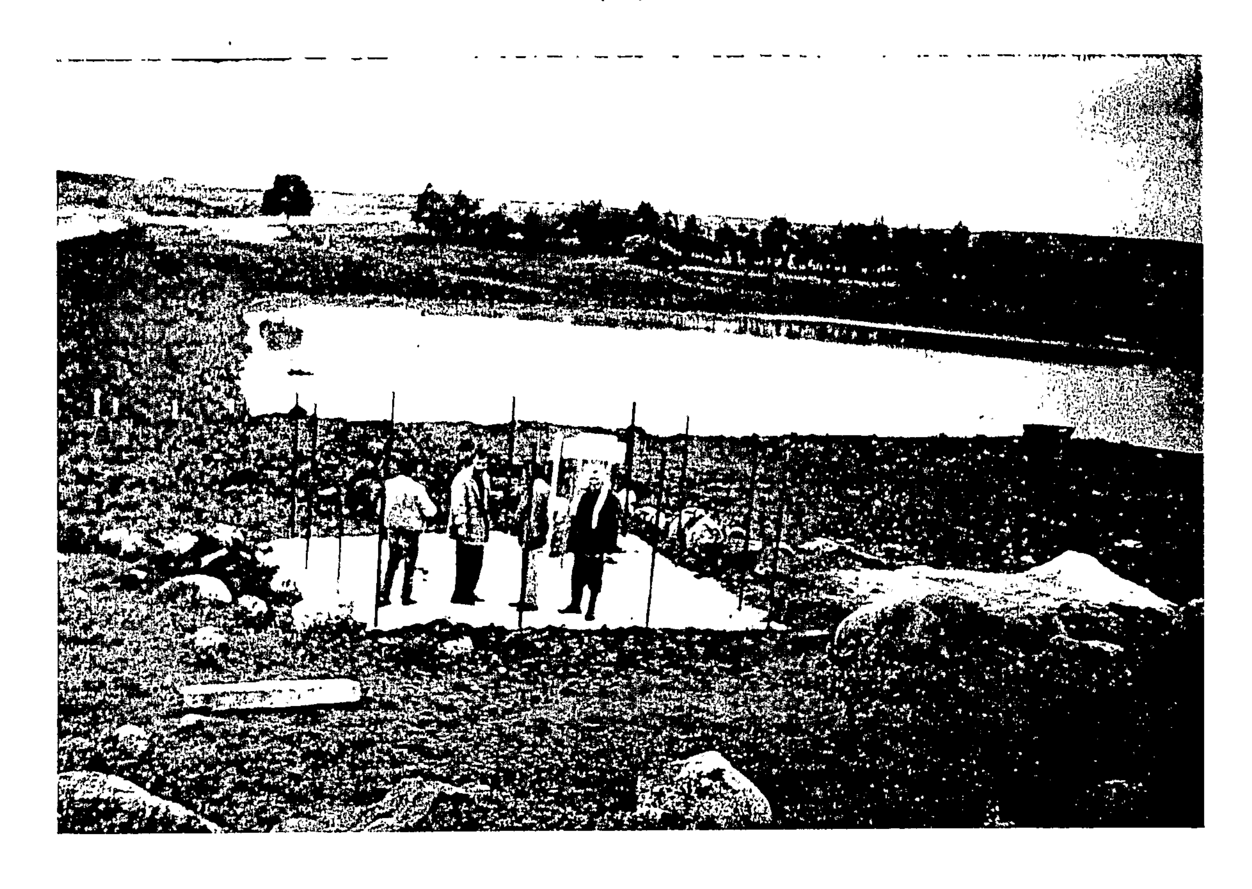
Position du SPI (photo Y. PEPIN)



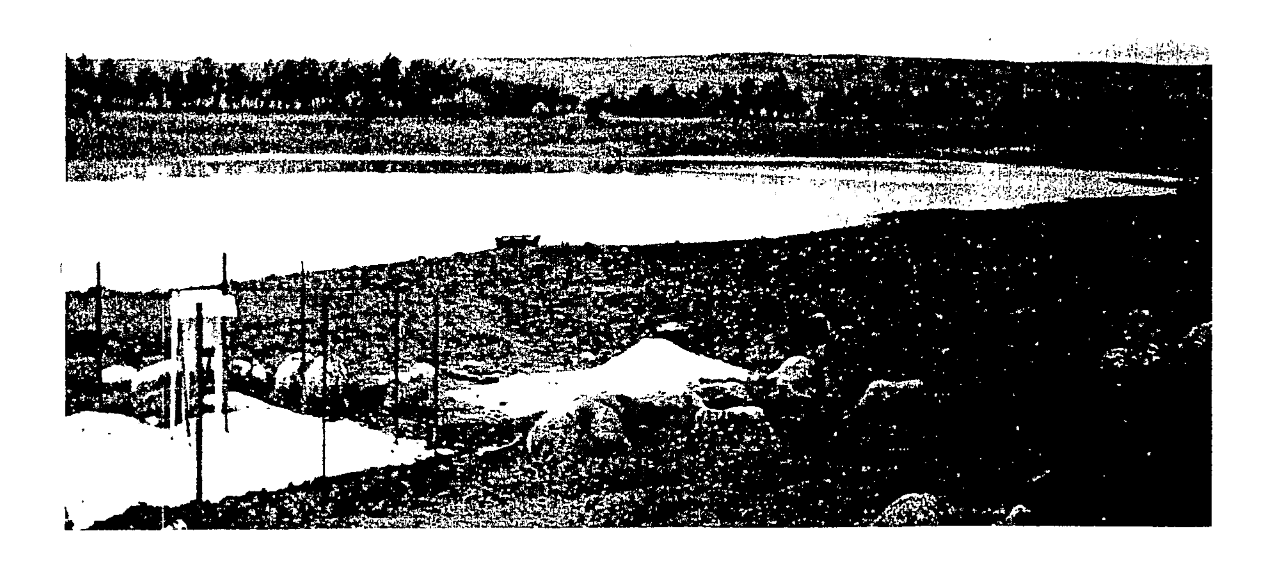
Position de l'enregistreur (photo Y. PEPIN)



Installation de l'équipement (photo Y. PEPIN)



Le bateau utilisé pour la bathymétrie (photo Y. PEPIN)



L'équipe d'installation (photos Y. PEPIN)

